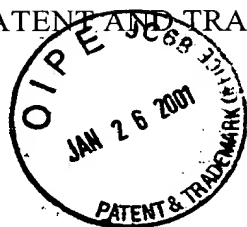


04CO  
500.39434X00

#2  
outlet  
6-1-01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Applicant(s): S. HO, ET AL.

Serial No.: 09/748,390

Filed: DECEMBER 27, 2000

Title: "THE METHOD TO SUPPORT THE SET UP OF INPUT PARAMETERS"

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

January 26, 2001

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s)  
the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 11 - 373984  
Filed: December 28, 1999

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

Carl I. Brundidge  
Registration No. 29,621

CIB/rp  
Attachment

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

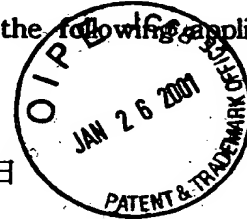
1 9 9 9 年 1 2 月 2 8 日

出 願 番 号  
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 3 7 3 9 8 4 号

出 願 人  
Applicant (s):

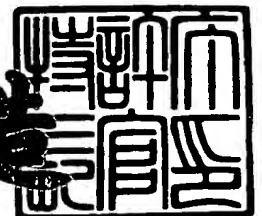
株式会社日立製作所



2 0 0 1 年 1 月 1 2 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 1 1 1 0 3 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 H900981I

【提出日】 平成11年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 何 希倫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 佐治 みゆき

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 井原 茂男

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 伊藤 智

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【選任した代理人】

【識別番号】 100099302

【弁理士】

【氏名又は名称】 笹岡 茂

【代理人】

【識別番号】 100099298

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 修

【連絡先】 0 3 - 3 2 5 1 - 3 8 2 4

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 018647

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 入力パラメータ設定支援方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を設定し、処理装置上でシミュレーションを実行し、その実行結果である設計値を出力表示装置を用いて出力するシミュレーションフレームワークにおける入力パラメータ設定支援方法であって、

入力パラメータ設定支援をする処理装置は、実行結果である各設計値と該各設計値に対応する複数種類の入力パラメータを入力し、

シミュレーションにより得られた設計値の内の、一つまたは複数の設計条件を満たす各設計値に対応する複数種類の入力パラメータについて、入力パラメータの種類毎にパラメータの入力値の分布における分布の集積度を求め、該分布の集積度の値を基に入力パラメータの種類毎に参照するパラメータの入力値を抽出し、

入力パラメータの種類毎に、該入力パラメータの種類と前記抽出した入力値と該抽出した入力値の個数を入力インターフェースにより表示し、

該表示を参照して利用者が入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を設定可能にすることを特徴とする入力パラメータ設定支援方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の入力パラメータ設定支援方法において、

或る入力パラメータの種類において 1 つのパラメータの入力値に対する分布の集積度が他のパラメータの入力値に対する分布の集積度に比較して孤立して大きいと判定された場合、前記或る入力パラメータの種類におけるパラメータの入力値を前記 1 つのパラメータの入力値に固定し、該或る入力パラメータの種類に関する表示を前記入力インターフェースにおける表示から除外することを特徴とする入力パラメータ設定支援方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の入力パラメータ設定支援方法において、

パラメータの入力値に対応したファイルのディレクトリーを作成し、ディレクトリーの階層構造の下に各ディレクトリーに対応したシミュレーションの実行結果の設計値および該設計値に対応する複数種類の入力パラメータを格納したファイルを

生成することを特徴とする入力パラメータ設定支援方法。

【請求項 4】 入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を複数組設定し、該各組に対するシミュレーションをネットワークで繋がった複数の処理装置のそれぞれにおいて並列に実行し、その実行結果である設計値を出力表示装置を用いて出力するシミュレーションフレームワークにおける入力パラメータ設定支援方法であって、

入力パラメータ設定支援をする処理装置は、実行結果である各設計値と該各設計値に対応する複数種類の入力パラメータを入力し、

シミュレーションにより得られた設計値の内の、一つまたは複数の設計条件を満たす各設計値に対応する複数種類の入力パラメータについて、入力パラメータの種類毎にパラメータの入力値の分布における分布の集積度を求め、該分布の集積度の値を基に入力パラメータの種類毎に参照するパラメータの入力値を抽出し、

入力パラメータの種類毎に、該入力パラメータの種類と前記抽出した入力値と該抽出した入力値の個数を入力インターフェースにより表示し、

該表示を参照して利用者が入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を設定可能にすることを特徴とする入力パラメータ設定支援方法。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかの請求項記載の入力パラメータ設定支援方法において、

前記シミュレーションにより得られた設計値および該設計値に対応する複数種類の入力パラメータと共に既存の測定結果として得られた設計値および該設計値に対応する複数種類の入力パラメータを用いることを特徴とする入力パラメータ設定支援方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子設計、集積回路設計、または、磁気記憶素子設計等のあらゆる科学技術分野の製品設計に活用されているシミュレータ又は CAD システム (Computer Aided Design) に係わり、特に、シミュレ

ーションによるパラメータサーベイを実行し、製品の最適設計およびその設計期間の短縮を実現する方法に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

### 【従来の技術】

製品設計において、設計の対象となるパラメータを設定し、実際にその製品のプロトタイプを試作し、その性能を評価するといった一連の作業を試行錯誤的に繰り返すことが多い。

図 7 に示すように、7 0 1 において、今までの測定結果や経験を元に、パラメータ ( P a 、 P b 、 ————、 P m ) の値を設定し、実際にそのパラメータに従って製品のプロトタイプを試作する。

例えば、パラメータ 1 ( P a 1 、 P b 1 、 ————、 P m 1 ) ，パラメータ 2 ( P a 1 、 P b 1 、 ————、 P m 3 ) ，……，パラメータ 4 ( P a 4 、 P b 1 、 ————、 P m 1 ) ，……………に従って製品のプロトタイプを試作する。

次に、7 0 2 において、各パラメータに従って作成された試作品の性能を測定し、7 0 3 の測定結果 ( D 1 、 D 2 、 D 3 、 D 4 、 ———— ) を得る。ここで、D 1 はパラメータ 1 に従った製品の測定結果けっかを示す。D 2 以下についても同様である。

その測定結果 7 0 3 から設計条件 7 0 4 を満たす測定結果を選択し、選択した測定結果を設計値とする。

7 0 5 において、設計値 D 2 ( P a 1 、 P b 1 、 ————、 P m 3 ) と D 4 ( P a 4 、 P b 1 、 ————、 P m 1 ) を得る。

もし、設計条件を満たす測定結果が得られない場合は、新規に設計の対象となるパラメータの値を設定し直し、再度試作し測定を行い、設計条件を満たす設計値が得られるまで繰り返す。

この単純な設計フローでは、設計の対象となるパラメータの種類や数が無数に存在するため、膨大な時間と労力を必要とすると共に高いコストが発生する。

## 【 0 0 0 3 】

試作の反復回数を減らす方法として、統計処理の手法を用いた田口メソッド (

NIKKEI MECHANICAL 1996. 2. 19 no. 474 p. 22) 等が提案されている。

田口メソッドでは、パラメータの種類として、実際にパラメータの制御や設計が可能な制御パラメータおよび制御が不可能な誤差パラメータに分離する。

制御パラメータでは、統計処理の手法で利用される直交表を用いて最小のパラメータの組を設定する。

例えば、18組の直交表が推奨されており、パラメータの数を削減することができる。

次に、直交表に従った最小のパラメータの組に対し実際に試作し、試作品の特性としてSN比および感度を測定する。

パラメータの値の設定の手順は、SN比の高いパラメータの組から選択し、次に感度の高いパラメータの組を選択し、高安定な製品を設計する。

しかし、誤差パラメータに対しては、そのパラメータの種類と値の数だけの組み合わせが発生する。

その数だけの試作および測定を繰り返さなければならぬため、試作の回数の更なる低減により高コストの問題を克服しなければならない。

#### 【0004】

そこで、並列機やワークステーションクラスタの数値演算装置上でシミュレーションを実行し、各プロセッサ上で設計の対象となる複数のパラメータの値を複数同時的に計算する並列パラメータサーベイの方法（特願平10-145414号：シミュレーションジョブおよびデータ管理方法）が提案された。

ユーザは、マウスやキーボードおよびディスプレイ等からなる入力表示装置から、材料や構造モデリング、物理モデリング、数値計算手法の数値実験モデリング等におけるパラメータの値を設定する。

この入力パラメータの値に基づき、CPU (Central Processing Unit) やメモリ及びネットワークから構成された数値演算装置上でシミュレーションプログラムに基づいて演算処理を実行する。

シミュレーションの実行結果は、データまたはグラフィックカルな形でディスプレイ等の出力表示装置に出力されユーザの製品設計を支援する。



## 【0005】

ここで、図8に示すように、801において、設計対象となる複数の入力パラメータ（Pa、Pb、―――、Pm）の値を設定し、シミュレーションをシーケンシャルに実行する代わりに、802において、ネットワークに繋がった並列機やワークステーションクラスタの各プロセッサ上で各入力パラメータの値を複数同時に並列実行し、プロセッサの数だけ高速に803のシミュレーションの結果（D1、D2、D3、D4、―――、Dk）を得ようとする方法である。

シミュレーションの実行結果803が、設計条件804を満たさない場合は、再び801においてパラメータを設定し直して、設計条件804を満たす705の設計値D1（Pa1、Pb3、―――、Pm4）とD3（Pa4、Pb2、―――、Pm2）を得るまで、802で並列パラメータサーベイを繰り返し実行する。

この並列パラメータサーベイの方法は、実際の試作の反復回数を大幅に削減し、高コストの問題を解決し、プロセッサの数だけシミュレーションの計算所要時間を短縮することが可能である。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

近年、ユーザのニーズの多様化が進み、製品の開発サイクルの短縮および早期の市場への投入が高い利益率の確保のために必須になっている。

そのために、シミュレーションによる製品設計において、設計の対象となる入力パラメータの種類と数を削減することが不可欠である。

例えば、図8に示すように、802において、入力パラメータの種類が4つ存在し、各入力パラメータに対し各々4つの推奨されるパラメータの値が存在する場合、4の4乗で256個のパラメータの組が発生し、並列パラメータサーベイの方法を用いても非常に膨大なシミュレーションの計算所要時間が必要となる。

また、入力パラメータの種類とパラメータの入力値が増えるにつれ、入力パラメータの値の設定を手作業で繰り返さなければならないため、人為的なミスによるパラメータの入力値を間違える可能性が高くなる。

また、ユーザや顧客にとって、従来慣れ親しんできた試作による製品設計からパラメータサーベイを用いたシミュレーションによる製品設計に移行することは、非常に大きなバリヤが存在する。

今までの測定結果や解析結果を如何にシミュレーションの実行結果と組み合わせ、設計条件を満たすパラメータの値を探索すべきかをガイダンスする必要がある。

シミュレーションによる製品設計を迅速且つスムーズに移行するための立ち上げを支援しなければならない。

#### 【0007】

従って、シミュレーションによる製品設計において、設計対象となる入力パラメータの種類と数を大幅に削減し、手作業によるパラメータの入力値の人為的なミスを防ぎ、従来の測定結果とシミュレーションの結果を併用しつつ、実際の試作に代わり低コスト且つ高速に最適設計が可能なシミュレーションを用いた製品設計のフレームワークを提供することが重要となる。

このシミュレーションフレームワークの急速立ち上げにより、入力パラメータの値とシミュレーションの結果をデータベース化した仮想設計データベースを作成し、製品の最適設計を大幅に加速することが望まれる。

例えば、プロセスのマージンに対する動作マージンの感度や相関係数を算出し、製品の歩留まりの急速立ち上げや不良対策設計期間の短縮が可能な品質向上設計のためのシミュレーションフレームワークの実現が期待される。

本発明の目的は、シミュレーションによる製品設計において、設計対象となる入力パラメータの種類と数を大幅に削減することにある、また、これにより手作業によるパラメータの入力値の人為的なミスを防ぐことにある。

本発明の他の目的は、従来の実際の試作に代わり、低コスト且つ高速に製品の最適設計を可能にすることにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、

入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を設定し、処理装置上でシミュレーション

ュレーションを実行し、その実行結果である設計値を出力表示装置を用いて出力するシミュレーションフレームワークにおける入力パラメータ設定支援方法であり、

入力パラメータ設定支援をする処理装置は、実行結果である各設計値と該各設計値に対応する複数種類の入力パラメータを入力し、

シミュレーションにより得られた設計値の内の、一つまたは複数の設計条件を満たす各設計値に対応する複数種類の入力パラメータについて、入力パラメータの種類毎にパラメータの入力値の分布における分布の集積度を求め、該分布の集積度の値を基に入力パラメータの種類毎に参照するパラメータの入力値を抽出し、

入力パラメータの種類毎に、該入力パラメータの種類と前記抽出した入力値と該抽出した入力値の個数を入力インターフェースにより表示し、

該表示を参照して利用者が入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を設定可能にするようにしている。

#### 【 0 0 0 9 】

また、或る入力パラメータの種類において1つのパラメータの入力値に対する分布の集積度が他のパラメータの入力値に対する分布の集積度に比較して孤立して大きいと判定された場合、前記或る入力パラメータの種類におけるパラメータの入力値を前記1つのパラメータの入力値に固定し、該或る入力パラメータの種類に関する表示を前記入力インターフェースにおける表示から除外するようにしている。

#### 【 0 0 1 0 】

また、パラメータの入力値に対応したファイルのディレクトリーを作成し、ディレクトリーの階層構造の下に各ディレクトリーに対応したシミュレーションの実行結果の設計値および該設計値に対応する複数種類の入力パラメータを格納したファイルを生成するようにしている。

#### 【 0 0 1 1 】

また、入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を複数組設定し、該各組に対するシミュレーションをネットワークで繋がった複数の処理装置のそれぞれ

れにおいて並列に実行し、その実行結果である設計値を出力表示装置を用いて出力するシミュレーションフレームワークにおける入力パラメータ設定支援方法であり、

入力パラメータ設定支援をする処理装置は、実行結果である各設計値と該各設計値に対応する複数種類の入力パラメータを入力し、

シミュレーションにより得られた設計値の内の、一つまたは複数の設計条件を満たす各設計値に対応する複数種類の入力パラメータについて、入力パラメータの種類毎にパラメータの入力値の分布における分布の集積度を求め、該分布の集積度の値を基に入力パラメータの種類毎に参照するパラメータの入力値を抽出し、

入力パラメータの種類毎に、該入力パラメータの種類と前記抽出した入力値と該抽出した入力値の個数を入力インターフェースにより表示し、

該表示を参照して利用者が入力表示装置から複数種類の入力パラメータの値を設定可能にするようにしている。

#### 【0012】

また、前記シミュレーションにより得られた設計値および該設計値に対応する複数種類の入力パラメータと共に既存の測定結果として得られた設計値および該設計値に対応する複数種類の入力パラメータを用いるようにしている。

#### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施例を図面により詳細に説明する。

図6は、パラメータサーベイによるシミュレーションフレームワークを用いた製品設計の実行環境である。

インサネット601に繋がられたワークステーション602のクラスタ603、又は、内部通信バス605に繋がられた多数のRISCプロセッサで構成された超並列コンピュータ604等、ネットワーク環境下のハードウェア上にインプリメントされたシミュレーションを実行する並列分散実行する環境を示している。

【0014】

図1は、本発明に係わる構成の第1の実施例を示すブロック図である。

101において、設計対象となる入力パラメータ（Pa、Pb、———、Pm）の値を複数個設定し、シミュレーションをシーケンシャルに実行する代わりに、102において、ネットワークに繋がった並列機やワークステーションクラスタの各プロセッサ上で各入力パラメータの値に対し複数同時に並列実行し、プロセッサの数だけ高速に103のシミュレーションの結果（D1、D2、D3、———、Dk）を得る。

【0015】

本発明のパラメータ設定制御部106では、シミュレーションを実行した計算結果103の設計値と設計条件104を比較し、その設計条件104を満たす設計値105を得る。この場合、シミュレーションを実行した計算結果103でなく、試作により得られた測定結果の設計値であってもよい。

パラメータの入力値の分布を集計する108の部位を図2に詳細に示す。

入力パラメータ（Pa、Pb、Pc、———、Pm）の値、

（Pa2、Pb2、Pc1、———、Pm1）に対する設計値D1、

（Pa1、Pb1、Pc2、———、Pm3）に対する設計値D2、

（Pa3、Pb1、Pc2、———、Pm3）に対する設計値D3、

（Pa4、Pb1、Pc1、———、Pm1）に対する設計値D4を示している。

今仮に、設計値D1、D2、D3、D4、———の中で設計条件を設計値D2、D4、———が満たすと仮定する。

【0016】

ここで、入力パラメータ（Pa、Pb、Pc、———、Pm）に対し、設計条件を満たすパラメータの入力値を横軸に、パラメータの入力値の分布における分布の集積度を縦軸に取り、パラメータの入力値の分布の状況を探索する。

ここで、分布の集積度とは、複数の設計値におけるパラメータの入力値の分布において同じパラメータの入力値が何回現れるかを示す値である。例えば、n個の設計値においてPb1というパラメータの入力値がx回現れれば、分布の集積

度は  $x$  (または  $\alpha x$ 、 $\alpha$  は係数) となる。

ここでは、パラメータの入力値は  $P_{k1}$ 、 $P_{k2}$ 、 $P_{k3}$ 、—————に横軸に並ぶものと仮定して説明する。

パラメータ  $P_a$  に対しては、設計条件を満たすパラメータの入力値は  $P_{a1}$ 、 $P_{a4}$ 、—————と広範囲な入力値にほぼ均等に分散している。

パラメータ  $P_b$  に対しては、設計条件を満たすパラメータの入力値は  $P_{b1}$ 、 $P_{b1}$ 、—————と特定のパラメータの値に集中している。図の分布では  $P_{b1}$  の分布の集積度が大きくなっている。

パラメータ  $P_c$  と  $P_m$  に対しては、設計条件を満たすパラメータの入力値は、各々  $P_{c1}$ 、 $P_{c2}$ 、—————および  $P_{m1}$ 、 $P_{m3}$ 、—————と限定された複数のパラメータの値に散らばっており、各入力パラメータに対しそのパラメータの入力値の分布の集積度を得ることができる。

複数の設計条件を満たさなければならないときは、設計条件を満たすパラメータの入力値を横軸に、複数の設計項目をもう一方の横軸にし、その二次元平面上でパラメータの入力値の分布を縦軸に取り、パラメータの入力値の分布を集計し、その集積度を求めることができる。

パラメータの入力値の分布の集積度に応じて、特定のパラメータの値に集中する場合、限定された複数の入力値に散らばる場合、または、広範囲な入力値にほぼ均等に分散する場合に入力パラメータを分離する。

# 【 0 0 1 7 】

次に、図 1 のパラメータ設定制御部 1 0 6 では、パラメータの入力値の分布に応じて、入力パラメータの種類とパラメータの入力値の個数および入力パラメータの参照値を設定する部位 1 0 9 が存在する。

パラメータ  $P_a$  では、設計条件を満たすパラメータの入力値は  $P_{a1}$ 、 $P_{a4}$ 、—————と広範囲にほぼ均等に分散するため、パラメータの入力値の個数を任意にし、現パラメータの入力値  $P_{a1}$ 、 $P_{a2}$ 、—————、 $P_{aN}$  を参照値の一覧として設定する。

パラメータ  $P_b$  では、設計条件を満たすパラメータの入力値は  $P_{b1}$ 、 $P_{b1}$ 、—————と特定のパラメータの値に集中し、パラメータの入力を不可または

その入力値の個数を 1 つに限定し、入力値 P b 1 を参照値として設定する。

パラメータ P c と P m では、設計条件を満たすパラメータの入力値は各々 P c 1、P c 2、———および P m 1、P m 3、———と限定された複数のパラメータの値に散らばり、パラメータの入力値の個数を複数個に制限し、各々複数の入力値 P c 1、P c 2 および P m 1、P m 3 を参照値として設定する。

【 0 0 1 8 】

このようにして、パラメータ設定制御部では、シミュレーションの実行結果、または、試作により得られた測定結果の設計値が、一つまたは複数の設計条件を満たすときのパラメータの入力値の分布の集積度を求め、その分布に応じた入力パラメータの種類とパラメータの入力値の個数を制御し、更に、入力パラメータの参照値を設定する。

シミュレーションによる製品設計において、設計対象となる入力パラメータの種類と数を大幅に削減することができる。

【 0 0 1 9 】

これら設定された結果は、図 3 に示すように、入力インターフェースを通して表示画面等に提示する。

パラメータ P b に対しては、一つの入力値 P b 1 を参照値として示し、パラメータの入力を省いたり、または、その入力値の個数を 1 つに制限する。

パラメータ P c と P m に対しては、複数のパラメータの入力値 P c 1、P c 2 および P m 1、P m 3 を参照値として示し、パラメータの入力値の個数を複数個にする。

パラメータ P a に対しては、現パラメータの入力値 P a 1、P a 2、———、P a N を参照値の一覧として示し、パラメータの入力値の個数を任意にする。

入力インターフェースに従ってパラメータの入力を進めることで、手作業によるパラメータの入力値の人為的なミスを防ぐことが可能となる。

【 0 0 2 0 】

パラメータの入力値とシミュレーションの実行結果の設計値を格納する方法として、図 1 の 1 0 7 において、パラメータの入力値に対応したファイルのデレク

トリーを作成し、デレクトリーの階層構造の下に各デレクトリーに対応したパラメータの入力値およびシミュレーションの実行結果の設計値を格納したファイルを自動的に生成する。

デレクトリーファイル/P b 2 / P c 1 / P m 1 / ———— / P a 2 には、そのパラメータの入力値 ( P a 2、P b 2、P c 1、———、P m 1 ) と設計値 D 1 を格納する。

デレクトリーファイル/P b 1 / P c 2 / P m 3 / ———— / P a 1 には、そのパラメータの入力値 ( P a 1、P b 1、P c 2、———、P m 3 ) と設計値 D 2 を格納する。

デレクトリーファイル/P b 1 / P c 2 / P m 3 / ———— / P a 3 には、そのパラメータの入力値 ( P a 3、P b 1、P c 2、———、P m 3 ) と設計値 D 3 を格納する。

デレクトリーファイル/P b 1 / P c 1 / P m 1 / ———— / P a 4 には、そのパラメータの入力値 ( P a 4、P b 1、P c 1、———、P m 1 ) と設計値 D 4 を格納する。

デレクトリー名とパラメータの入力値およびその設計値は 1 対 1 の対応関係になる。

#### 【 0 0 2 1 】

図 4 には、設計条件を満たす設計値 D 2 と D 4 のデレクトリー構造を示した。

ここで、パラメータの入力値の分布を集計するには、全てのデレクトリーに格納した設計値 D 1、D 2、D 3、D 4、———と設計条件を比較し、その設計条件を満たす設計値のデレクトリーファイル/P b 1 / P c 2 / P m 3 ———— / P a 1 に格納したパラメータの入力値 ( P a 1、P b 1、P c 2、———、P m 3 )、および、

デレクトリーファイル/P b 1 / P c 1 / P m 1 ———— / P a 4 に格納したパラメータの入力値 ( P a 4、P b 1、P c 1、———、P m 1 ) を取り出すことが容易になり、入力パラメータ ( P a、P b、P c、———、P m ) の入力値の分布を集計することが可能である。



【 0 0 2 2 】

次に、以上説明したことを、さらに具体例を用いて説明する。

プラズマディスプレイパネル（PDP）における発光効率の設計を例に取り説明する。

図 9 に PDP の三次元構造図を、図 1 0 に二次元断面図を示す。

設計対象となる入力パラメータには、放電ギャップ表  $L_g$ 、 $x, y$  電極幅  $W_{xy}$ 、前面板誘電体厚  $L_{fd}$ 、蛍光体膜厚  $L_p$ 、背面板誘電体厚  $L_{bd}$  等がある。

並列パラメータサーベイの結果を図 1 1 に示す。

以下に、パラメータ設定制御部 1 0 6 の具体的な処理の流れを示す。

設計条件 1 0 4 を効率 6 0 % 以上に設定するとし、設計条件を満足する設計値 1 0 5 に対応するパラメータセットとして図 1 1 の 5、7、8 を得る。

パラメータの入力値の分布における分布の集計度を求める 1 0 8 では、図 1 2 に示す入力値の分布を得る。

入力パラメータの種類とパラメータの入力値の個数および入力パラメータの参照値を設定する部位 1 0 9 では、 $L_g$  に対しては 2 つのパラメータ値に集中しているのでその値を参照値として選択する。

$W_{xy}$  に対しては、1 つのパラメータ値に対し、完全に集中しているので、その値を参照値とする。

$L_{fd}$ 、 $L_p$ 、 $L_{bd}$  では、パラメータ値は均等に分散しているので、参照値としては現パラメータ値、入力個数は任意に設定する。

図 1 3 には、その GUI 画面を示している。

$W_{xy}$  はユーザの選択により表示をなくすことができる。

このようにして、パラメータ設定制御部は、入力パラメータの種類とパラメータの入力値の個数を制御する。

【 0 0 2 3 】

次に、ユーザや顧客にシミュレーションフレームワークを提供し、シミュレーションによる製品設計を立ち上げる方法、および、このシミュレーションフレームワークを用いて設計条件を満たす入力パラメータの値とシミュレーションの実行結果の設計値をデータベース化し、仮想設計データベースを作成する方法につ

いて述べる。

【0024】

図5は、シミュレーションフレームワークの立ち上げ方法および仮想設計データベースの作成方法を説明するための図である。

図5に示すように、ユーザや顧客の既存の測定結果とシミュレーション結果505から、設計値のデレクトリーファイルを作成する部位507において、パラメータの入力値に対応したファイルのデレクトリーを作成し、デレクトリーの階層構造の下に各デレクトリーに対応したパラメータの入力値およびシミュレーションの実行結果の設計値を格納したファイルを自動的に生成する。

設計値D1とそのパラメータの入力値(Pa2、Pb2、Pc1、-----、Pm1)はデレクトリーファイル/Pa2/Pb2/Pc1/-----/Pm1に格納する。

設計値D2とそのパラメータの入力値(Pa1、Pb1、Pc2、-----、Pm3)はデレクトリーファイル/Pa1/Pb1/Pc2/-----/Pm3に格納する。

設計値D3とそのパラメータの入力値(Pa3、Pb1、Pc2、-----、Pm3)はデレクトリーファイル/Pa3/Pb1/Pc2/-----/Pm3に格納する。

設計値D4とパラメータの入力値(Pa4、Pb1、Pc1、-----、Pm1)はデレクトリーファイル/Pa4/Pb1/Pc1/-----/Pm1に格納する。

【0025】

次に、設計条件504を満たすパラメータの入力値を集計する部位508では、入力パラメータ(Pa、Pb、Pc、-----、Pm)に対し、設計条件504を満たす設計値D2、D4、-----のパラメータの入力値を横軸に、パラメータの入力値の分布を縦軸に取り、パラメータの入力値の分布を探索する。

パラメータPaに対しては、設計条件を満たすパラメータの入力値はPa1、Pa4、-----と広範囲の入力値にほぼ均等に分散し、パラメータPbに対しては、Pb1、Pb1、-----と特定のパラメータの値に集中し、パラメ

ータ P c と P m に対しては、各々 P c 1、P c 2、―――および P m 1、P m 3、―――と限定された複数のパラメータの値に散らばり、各入力パラメータに対しそのパラメータの入力値の分布の集積度を探索する。

【0 0 2 6】

入力パラメータの種類とパラメータの入力値の個数およびそのパラメータの参照値を設定する部位 5 0 9 では、これら入力値の分布の集積度に応じて、パラメータ P a に対しては、パラメータの入力値の個数を任意にし、現パラメータの入力値 P a 1、P a 2、―――、P a N を参照値の一覧として設定する。

入力インターフェースでは、この設定に対応し、現パラメータの入力値 P a 1、P a 2、―――、P a N を参照値として示し、パラメータの入力値の個数を任意に設定することができる。

パラメータ P b に対しては、パラメータの入力を不可またはその入力値の個数を 1 つに限定し、入力値 P b 1 を参照値として設定する。

入力インターフェースでは、一つの入力値 P b 1 を参照値として示し、パラメータの入力を省いたり、または、その入力値の個数を 1 つに制限する。

パラメータ P c と P m に対しては、パラメータの入力値の個数を複数個に制限し、複数の入力値 P c 1、P c 2 および P m 1、P m 3 を参照値として設定する。

ユーザインターフェースでは、各々の複数のパラメータの入力値 P c 1、P c 2 および P m 1、P m 3 を参照値として示し、パラメータの入力値の個数を複数個にすることができる。

このようにして、入力パラメータの種類とパラメータの入力値の個数を削減し、入力インターフェースに従ってパラメータの入力を進めることで、手作業によるパラメータの入力値の人為的なミスを防ぐことができ、ユーザや顧客の測定結果やシミュレーション結果を元に、容易にシミュレーションフレームワークの急速立ち上げが可能である。

【0 0 2 7】

図 5 において、シミュレーションの実行結果 5 0 3 の設計値が設計条件 5 0 4 を満たさない場合は、パラメータの設定制御部 5 0 6 を用いて、再び 5 0 1 にお

いてパラメータを設定し、設計条件 5 0 4 を満たす設計値を得るまで並列パラメータサーベイ 5 0 2 を繰り返し実行する。

この過程で、各デレクトリーの階層構造に対応したパラメータの入力値およびシミュレーションの実行結果の設計値を格納したファイル一式 5 0 7 は、設計条件 5 0 4 を満たす入力パラメータの値とシミュレーションの結果の仮想設計データベースである。

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】

本発明によれば、パラメータの設定制御部により、従来の並列パラメータサーベイを用いたシミュレーションによる製品設計において課題であった、設計対象となる入力パラメータの種類と数を大幅に削減し、手作業によるパラメータの入力値の人為的なミスを防ぐことができる。

また、従来の実際の試作に代わり、低コスト且つ高速に製品の最適設計が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係わる構成の第 1 の実施例を示すブロック図である。

【図 2】

パラメータの入力値の分布の集計を説明するための図である。

【図 3】

パラメータの入力インターフェースを示す図である。

【図 4】

パラメータの入力値と設計値を格納したデレクトリーファイルの構造を示す図である。

【図 5】

シミュレーションフレームワークの立ち上げ方法および仮想設計データベースの作成方法を説明するための図である。

【図 6】

シミュレーションフレームワークの実行環境を示す図である。

【図 7】

従来の試作による製品設計を説明するための図である。

【図 8】

従来のシミュレーションによる製品設計を説明するための図である。

【図 9】

プラズマディスプレイパネル（PDP）の三次元構造図である。

【図 1 0】

プラズマディスプレイパネル（PDP）の二次元断面図である。

【図 1 1】

並列パラメータサーベィの結果を示す図である。

【図 1 2】

パラメータの入力値の分布を示す図である。

【図 1 3】

入力パラメータに関する G U I 画面を示す図である。

【書類名】 図面

【図 1】

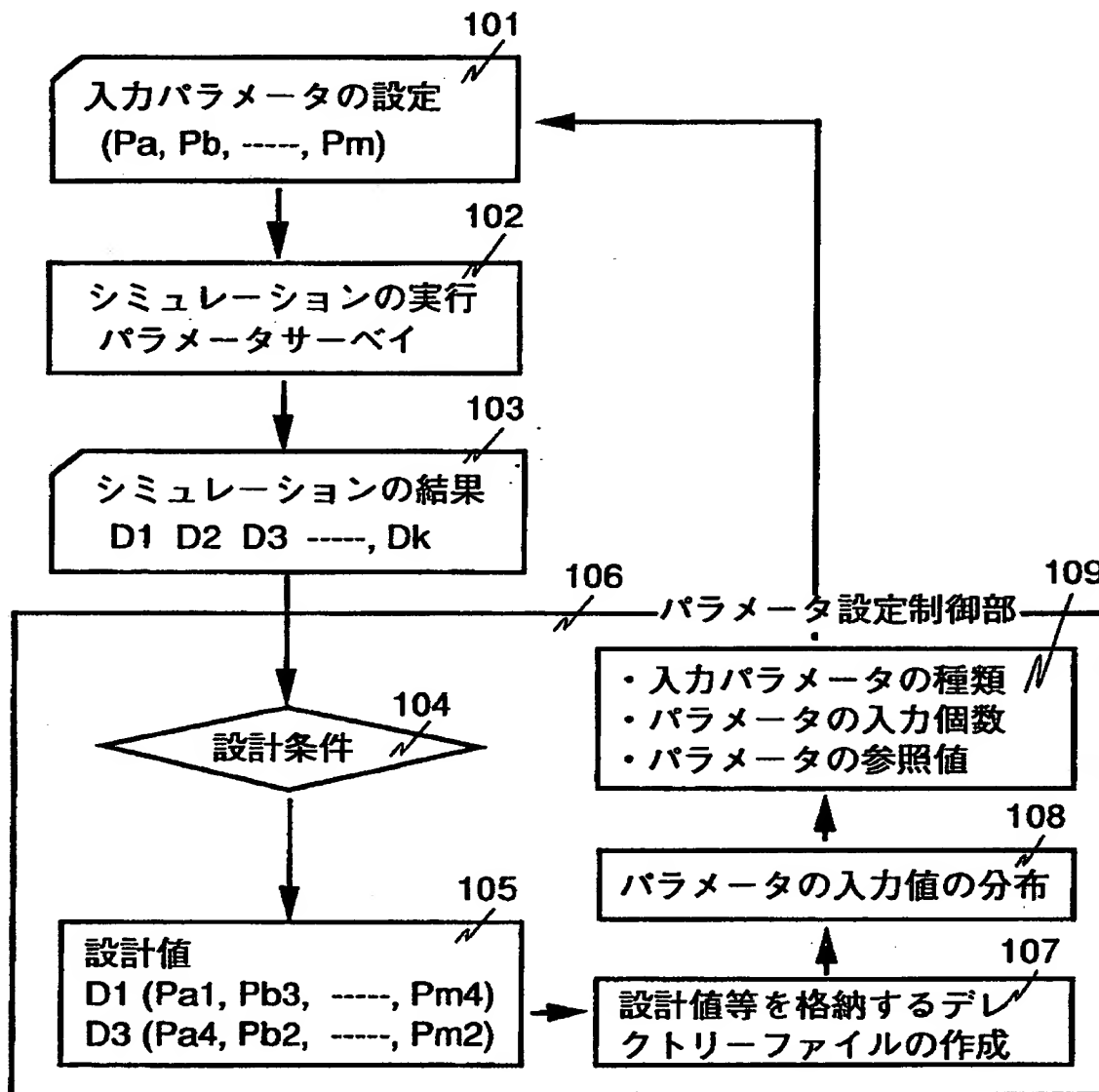


図 1

【図 2】

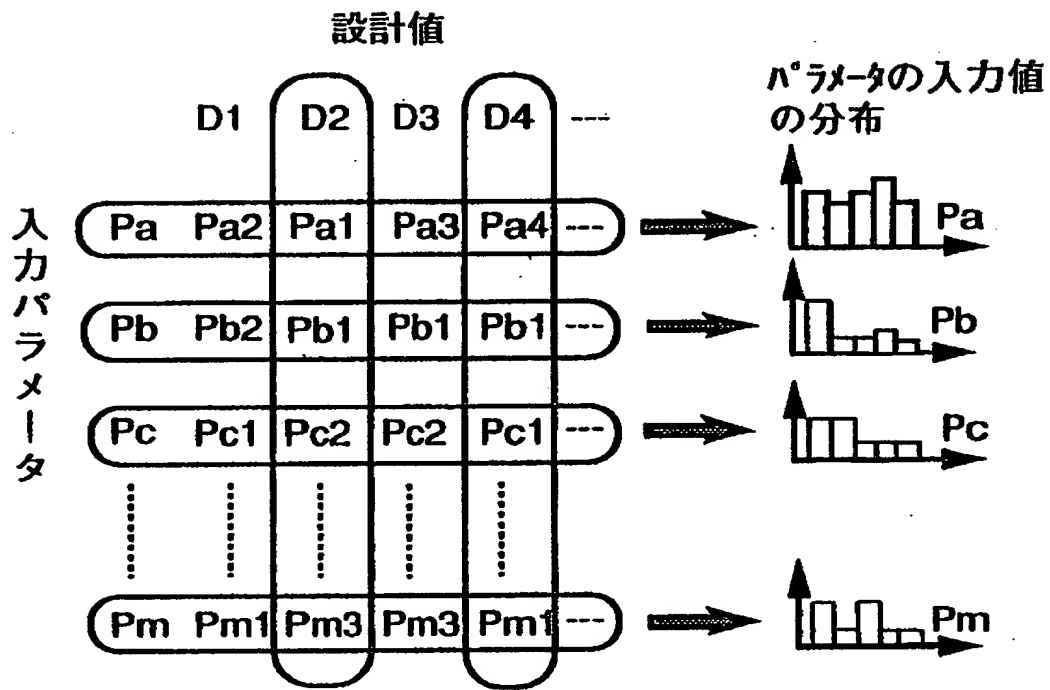


図 2

【図3】

入力パラメータ			
種類	参照値	入力個数	入力値
Pb	Pb1	1	Pb1
Pc	Pc1, Pc2	2	Pc1, Pc2
Pm	Pm1, Pm3	2	Pm1, Pm3
⋮	⋮	⋮	⋮
Pa	Pa1, Pa2, -----, PaN	任意	$Pa_{\alpha}, Pa_{\beta}$

図3



【图 4】

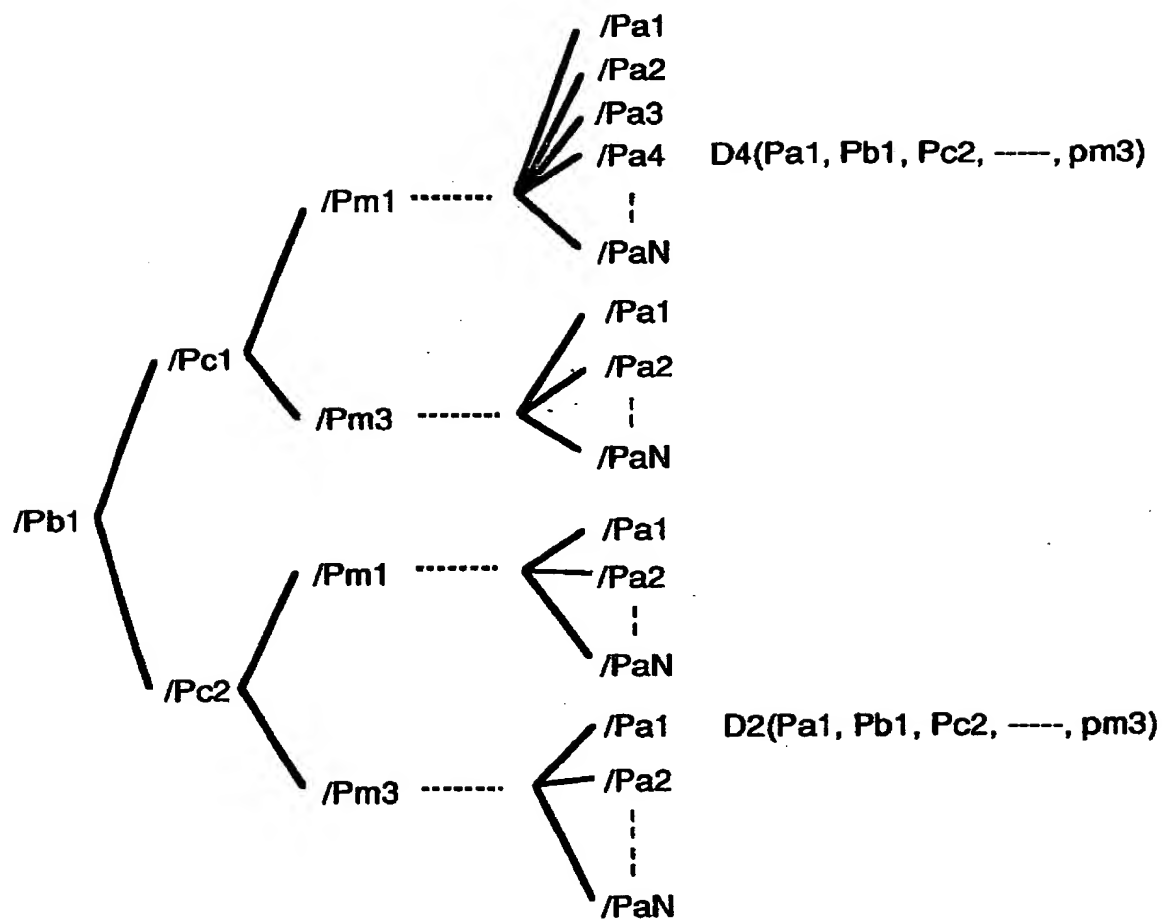


图 4

【図 5】

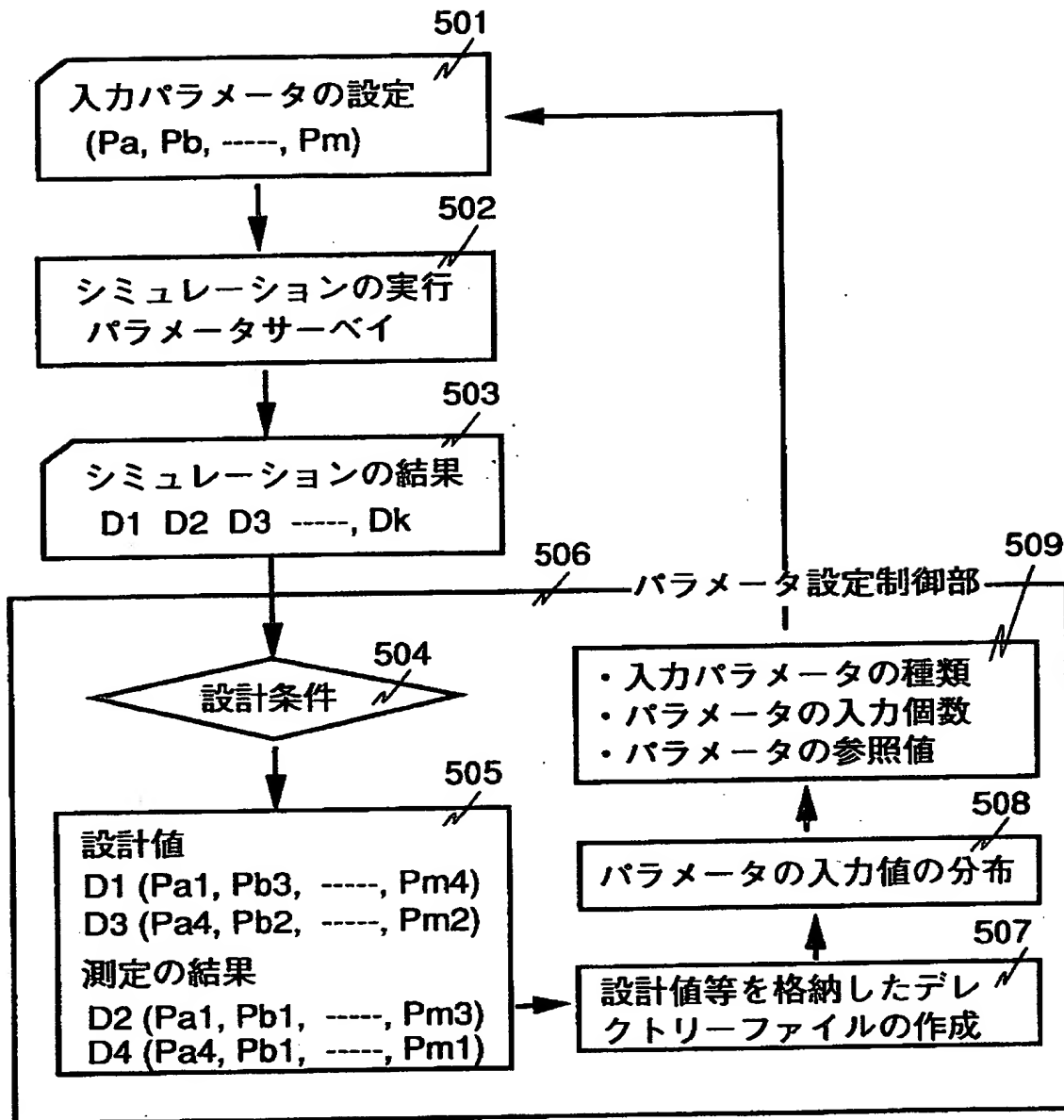


図 5

【図 6】

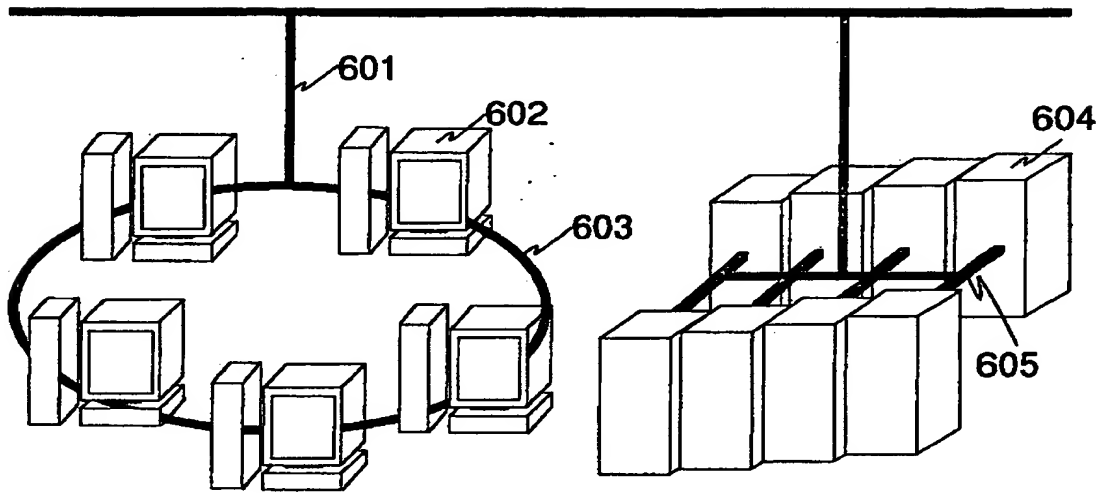


図 6

【図 7】

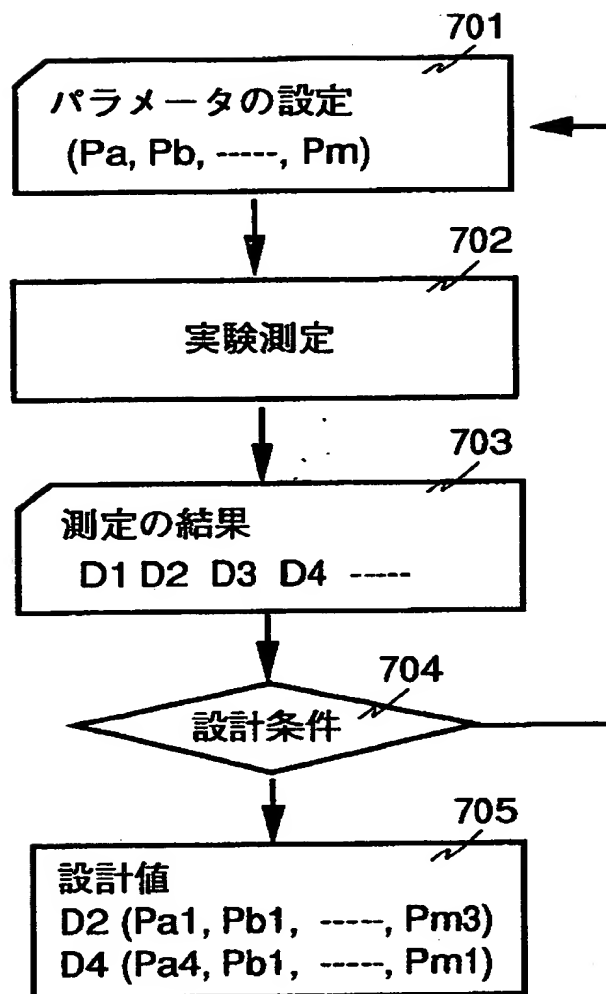


図 7

【図 8】

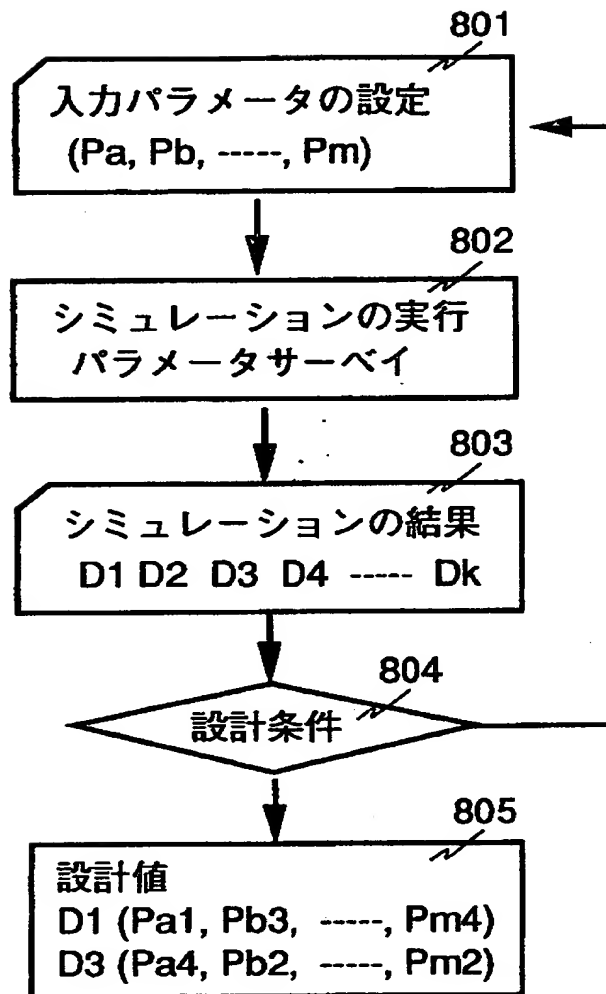


図 8

【図 9】

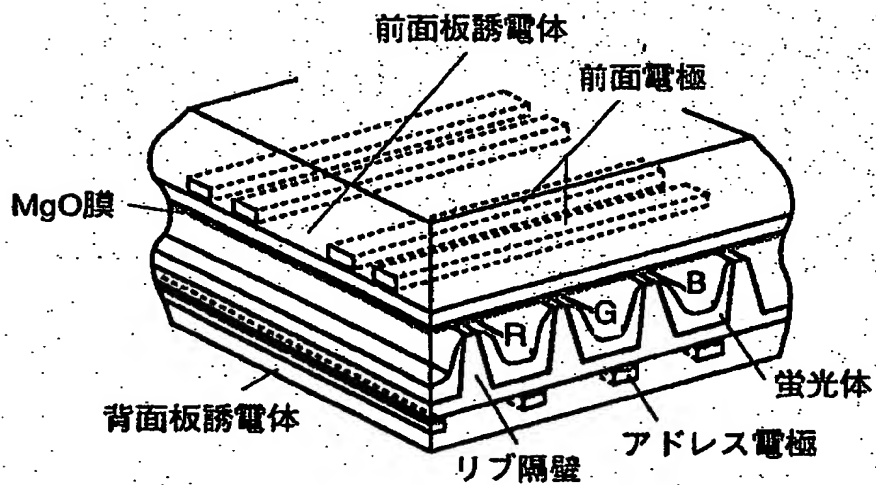


図 9 AC-PDP のプレーナ構造

【図 10】

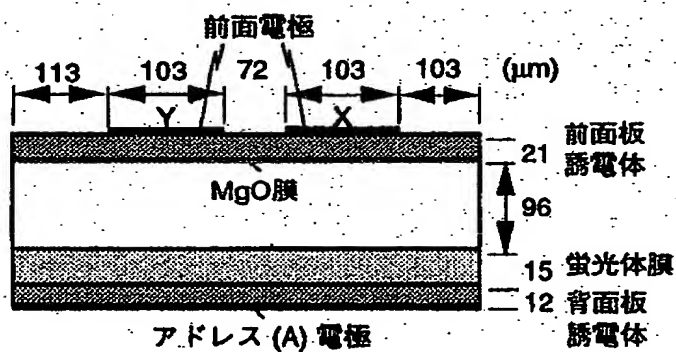


図 10 サスティン放電解析用セル構造図

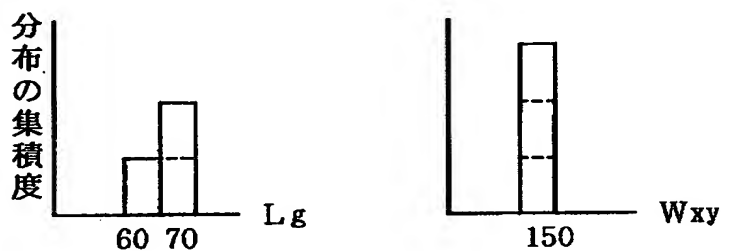
【図 1 1】

図 1 1

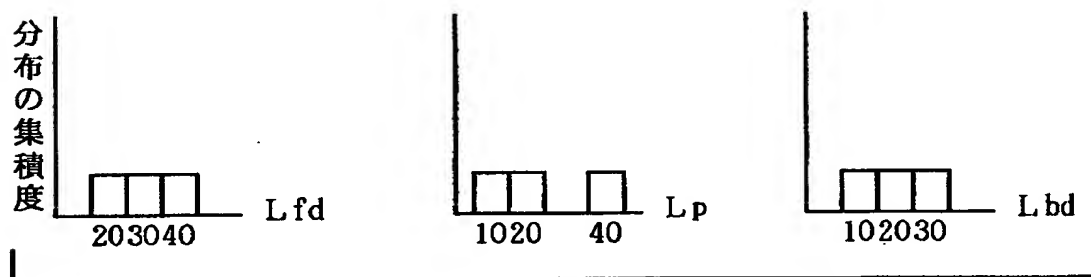
入力パラメータ 単位 [um]								
種 類	1	2	3	4	⑤	6	⑦	⑧
Lg	40	40	50	50	60	60	70	70
Wxy	100	100	100	100	150	150	150	150
Lfd	10	20	30	10	20	10	30	40
Lp	10	20	30	20	20	30	40	10
Lbd	10	20	30	30	30	20	20	10
設定値(効率%)	50	40	20	10	60	50	70	60

【図 1 2】

図 1 2



パラメータの値が集中（集積度高）



パラメータの値が分散（集積度低）

【図 1 3】

図 1 3

入力パラメータ			
種 類	参照値	入力個数	入力値
Wxy	150	1	150
Lg	60,70	2	65
Lfd	20,30,40	任意	10,20,30,40
Lp	10,20,40	任意	10,20,30,40
Lbd	10,20,30	任意	10,20,30,40



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】 シミュレーションによる製品設計において、設計対象となる入力パラメータの種類と数を削減し、パラメータの入力値の人為的なミスを防ぐ。

【解決手段】 入力パラメータの値を設定し(101)、入力パラメータの各組について複数のプロセッサによりシミュレーションを並列に実行し(102)、実行結果の設計値を取得し(103)、取得した設計値と設計条件を比較し(104)、設計条件を満たす各設計値に対応する複数種類の入力パラメータについてディレクトリファイルを作成し(107)、入力パラメータの種類毎にパラメータの入力値の分布における分布の集積度を求め(108)、該分布の集積度の値を基に入力パラメータの種類毎に参照するパラメータの入力値を抽出し、入力パラメータの種類毎に、該入力パラメータの種類と前記抽出した入力値と該抽出した入力値の個数を入力インターフェースにより表示する(109)。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所